

MÓDULO 1

1.1 - ORIENTATIVO PARA ESCOLHA DO MATERIAL

A escolha do material para uma determinada tubulação deve levar em consideração diversos fatores, sendo:

- Condições de Operação:
 - Resistência à pressão de operação, para temperatura e vida útil esperadas;
 - Resistência físico-química ao fluido e ao ambiente;
 - Resistência à abrasão;
 - Flexibilidade ou rigidez necessárias;
 - Toxicidade e/ou propriedades organolépticas;
- Métodos de Instalação e União definidos
- Fatores Econômico e Comercial
 - Relação Custo x Benefício
 - Disponibilidade no Mercado

1 – Condições de Operação

1.1 – Resistência à Pressão Interna

A resistência à pressão interna do tubo depende da Tensão Circunferencial do Material na temperatura e vida útil projetada.

Para os materiais plásticos, esses valores são definidos e os materiais classificados pelas normas ISO 12.162 (ASTMD 3350) através de curvas de regressão levantadas a várias temperaturas de operação, conforme ISO TR 9080 (ASTM D-2837).

Os materiais são classificados pela Mínima Resistência Requerida (MRS - Minimum Required Strength) assim determinada em MPa, para uma vida útil mínima de 50 anos a 20°C.

Para as Tubulações Poliolefínicas temos:

Material	Símbolo	MRS
Polietileno PE 80 (PEAD e PEMD)	PE 80	8
Polietileno PE 100 (PEAD)	PE 100	10
Polietileno Reticulado	PEX	8
Polipropileno Copolímero em Bloco	PPB-80	8
Polipropileno Copolímero Randômico	PPR-80	8
Polipropileno Homopolímero	PPH-100	10
Polibutileno	PB	14
Polietileno RT (temperatura elevada) Tipo 1 e 2	PE-RT	8
PEAD sem classificação p/ tubos sem pressão	PE	-

A Pressão Nominal (PN em bar) do tubo é definida em função do MRS (MPa) e suas dimensões:

$$PN = \frac{20 \cdot MRS}{C \cdot (SDR - 1)}$$

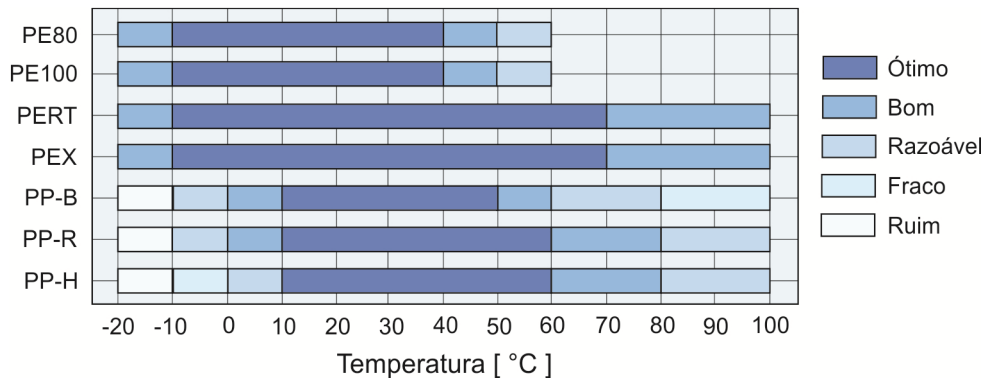
C: Fator de Segurança aplicado (normalmente 1,25)

SDR: Relação Padronizada (DE/e), Diâmetro Externo Nominal/Espessura mínima de parede

SDR = RELAÇÃO DE/e									
MRS	PN 4	PN 5	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
8	32,25	26	21	17	13,6	11	9	7,25	6
10	nd	32,25	26	21	17	13,6	11	9	7,25

Ainda que de mesmo MRS, os materiais podem ter comportamentos muito distintos em função da temperatura de aplicação e vida útil.

1.1.1 – Faixa de Temperatura mais adequada dos Materiais



$$MPO = PN \cdot f_T$$

MPO = Máxima Pressão de Operação

f_T = fator de redução de pressão em função da temperatura de operação

Fatores de Redução de Pressão (f_T) para temperaturas entre 25°C e 50°C para PE 80 e PE 100

Composto	Temperatura °C						
	25	27,5	30	35	40	45**	50**
Tipo A	1,0	0,90	0,87	0,80	0,74	0,67	0,61
Tipo B	1,0	0,86	0,81	0,72	0,62	0,52	0,43

Nota:** Limitado à vida útil máxima de 15 anos

Fatores de Redução de Pressão para temperaturas entre 30°C e 95°C para PPB, PPR, PPH, PEX e PE-RT

Composto	Temperatura °C						
	30	40	50	60	70	80**	95**
PPB 80	0,77	0,62	0,41	0,28	0,19	0,16	0,13
PPR 80	0,87	0,74	0,62	0,51	0,34	0,26	0,17
PPH 100	0,90	0,74	0,62	0,50	0,32	0,25	0,17
PEX	0,92	0,83	0,73	0,65	0,60	0,52	0,43
PE-RT T1	0,80	0,70	0,66	0,56	0,47	0,36	0,22
PE-RT T2	0,92	0,77	0,71	0,61	0,58	0,49	0,34

Nota: PP - Valores extraídos da tabela DIN 8077, com fator de segurança de 1,5, como adotado pela EN 15784

PEX - Valores extraídos da Tabela DIN 16.893, com fator de segurança de 1,5.

PE-RT - Valores extraídos da Tabela ISO 24.033, com fator de segurança de 1,5.

** Limitado à vida útil máxima de 25 anos p/ 80°C e 10 anos p/ 95°C

1.2 - Outras Características Preponderantes dos Materiais

COMPARATIVO ENTRE MATERIAIS

(Valores e Propriedades típicas)

Propriedades	PE 80	PE 100	PPB 80	PPR 80	PPH 100	PB	PEX	PVC	CPVC	PVDF
MRS (MPa)	8	10	8	8	10	12,5	8	25	25	25
σ (MPa)	6,3	8	6,3	6,3	8	8	6,3	10	10	16
Densidade (g/cm ³)	0,95	0,96	0,91	0,91	0,91	0,94	0,94	1,4	1,5	1,8
Barra (B)/ Bobina (C)	B/C	B/C	B/C	B/C	B	B/C	B/C	B	B	B/C
Faixa de temperatura (°C)	-70 50	-70 50	-10 80	-10 95	0 95	0 95	-40 110	0 50	0 80	-40 140
Resistência ao impacto *	4	4	3	2	1	2	5	0	0	4
Flexibilidade *	4	3	3	2	1	4	4	0	0	1
Resistência à abrasão *	4	5	3	3	3	3	5	3	2	5
Resistência à chama *	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4
Resistência à intempérie Natural/Preto *	1/4	1/4	1/3	1/3	1/3	1?	2/4	1/3	1	4
Resist. ao stress cracking *	1	2	5	5	5	5	5	5	5	5
Resist. soluções salinas *	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5
Resist. a ácidos clorados *	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5
Resist. a ácidos fluorados *	3	3	2	2	2	4	4	2	1	5
Resist. a ácidos sulfúricos *	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4
Resist. a álcoois *	4	4	4	4	4	4	4	4	0	2
Resist. a detergentes*	3	3	4	4	4	4	3	4	2	5
Resist. a soda cáustica*	4	4	5	5	5	4	4	4	4	0
Resist. Hidrocarbonetos alifáticos* (gasolina, diesel)	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3
Resist. Hidrocarbonetos aromáticos* (benzeno, tolueno)	2	2	0	0	0	0	2	0	0	2
Resist. Hidrocarbonetos clorados* (tetracloroeto de carbono)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3
Resist. à gás natural, GLP, butano, etc*	4	4	3	3	3	1	4	4	4	5
Toxidez*	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5
Condutividade térmica-W/mK	0,43	0,43	0,22	0,22	0,22	0,22	0,35	0,16	0,15	0,17
Coefficiente de expansão linear (10 ⁻⁴ /K)(20-90)°C	1,7	1,7	1,5	1,5	1,5	1,3	1,7	0,8	0,7	1,1
Solda por termofusão*	5	5	5	5	5	5	0	2	2	5
Solda por eletrofusão*	5	5	5	5	5	5	2	0	0	0
Solda a frio (solvente)*	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0
Junta mecânica	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4

Nota: * 0 (ruim), 1(frac), 2(regular), 3 (bom), 4 (muito bom), 5 (ótimo)

2 – Aplicações Típicas dos Materiais

• Ramais de Água:	PE 80
• Redes de Água:	PE 80, PE 100
• Adutoras de Água e Linhas de Esgoto sob Pressão:	PE 100
• Tubos Corrugados para Esgoto sob Gravidade:	PE, PPH, PPR
• Tubos Corrugados para Drenagem:	PE, PPH, PPR
• Tubos Corrugados e Lisos para Telecomunicação:	PE
• Linhas de Incêndio Enterradas:	PE 100
• Carretéis Autopropelidos para Irrigação:	PE 80
• Redes de Irrigação:	PE 80, PE 100
• Ramais de Irrigação por Gotejamento e Microaspersão:	PEBD e/ou PEBDL
• Redes e Ramais de Gás Combustível:	PE 80, PE 100
• Linhas de Ar Comprimido:	PE 100, PPR
• Linhas Industriais até 40°C:	PE 80, PE 100, PPR, PPH
• Linhas Industriais acima 40°C:	PPR e PPH
• Linhas de Transporte de Sólidos:	PE 100
• Instalações Prediais de Água Fria:	PPR, PEX, PE-RT, Multicamada
• Instalações Prediais de Água Quente:	PPR, PEX, PE-RT, Multicamada
• Instalações Prediais de Gás Combustível:	Multicamada